161C形
高感度真空管電圧計
取扱説明書

菊水電子工業株式会社

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

1. 概　　説

菊水電子１６１０形高感度真空管電圧計は、測定電圧の平均値に応じた指示をする電圧計で、小形、軽量に設計され、１００Ｖの商用電源で動作します。

構成は、安定な負帰還増巾器にゲルマニウムダイオードによる全波整流形の交流電流計を組合せ、周波数５Hz～１MHzの交流電圧を測定でき、スケールは正弦波の実効値で目盛られ、１mV～３００Ｖ（－６０～＋５２dBm）を等比（１０dB）の１０レンジに分割して直読することができます。

2. 仕　　様

形　　式	平均値指示形　高感度　真空管電圧計
電　　源	１００Ｖ，５０／６０Hz，消費電力　約２１VA
寸　　法	１５０Ｗ×２００Ｈ×１４０Dmm
（最大部）	１６０Ｗ×２１３Ｈ×１８６Dmm
重　　量	約３.８Kg
指示計	目盛長１０５mm，２色スケール，トートバンド，１００μA.
使用真空管	６ＡＵ６（Ｔ）・・・・・・・・・・・・・・・・・・２
	６Ｕ８または６ＢＬ８・・・・・・・・・・・・・・・１
	６×４・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
	（ＳＤ－３４・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２）
付属品	９４１Ｂ形　端子アダプタ・・・・・・・・・・・１
	取扱説明書・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
	試験成績表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
目　　盛	正弦波の実効値および１mW，６００Ωを基準にしたdBm値。

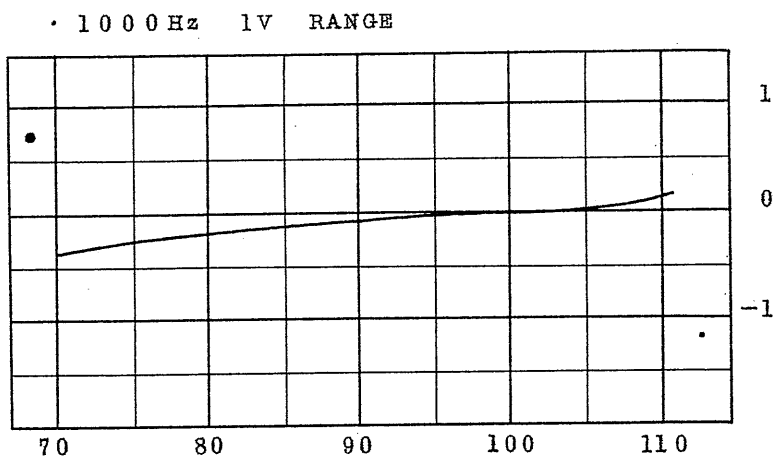
入力端子	UHF形レセプタクルおよびGND端子間隔19㎜（3/4″）。 （UHF形およびM形プラグのいずれにも適合します）
入力インピーダンス	各レンジ　1MΩ、……　並列25pF±2pF
最大入力電圧	交流分……　実効値で300V。波高値で±450V 直流分……………………　±400V
レンジ	10レンジ RMS目盛のとき0〜10／30／100／300mV および1／3／10／30／100／300V dBm目盛のとき−40／−30／−20／−10 および0／10／20／30／40／50dBm
確度	1kHzにおいて　フルスケールの±3％
安定度	電源電圧の±10％変動に対し 1kHzにおいて　フルスケールの±2％
周波数特性	7Hz〜700kHz間　1kHzに対し　±10％ 10Hz〜500kHz間　1kHzに対し　±5％ 20Hz〜250kHz間　1kHzに対し　±3％
雑音による指示	端子を開放してフル・スケールの1％以下
出力端子	5way形、間隔　19㎜（3/4″）
出力電圧	フル・スケールのとき　約2.0V
歪	フル・スケールのとき　約3％
SN比	フル・スケールのとき　約35dB

承認　校正　作成　仕様番号 S−90479

3. 使　用　法

3.1　一般事項

1610形真空管電圧計は、50または60 Hzの交流電源100Vで動作します。

仕様および第3・1図のように、電源電圧が広範囲に変化しても、ほとんど誤差を発生しませんが、寿命の点からなるべく100V±5Vの電源でご使用下さい。

第3・1図

3.2　パネル面および端子の説明（第3－2図を参照して下さい）

① POWER

電源を開閉するスナップ・スイッチで、上方に倒すと電源が入り、レンジ・スイッチのダイアルが照明されます。

スイッチを入れて約10～20秒間は、メーターの指針が不規則に振れることがあります。

また、スイッチを［OFF］に倒すと電源が切れ、10数秒間メーターの指針が不規則に振れることがあります。

② レンジ・スイッチ

パネル中央の黒いダイアルで。ダイアル上の数字と文字は次のような意味を持つています。

外側　フル・スケール電圧を表わしています。
　　　橙色の数字はmV（＝１／１０００Ｖ）
　　　白色の数字はＶ
内側　ほぼ中央のdBm値を表わしており、赤色です。

レンジ・スイッチは、時計方向に回すと高電圧レンジとなり、反時計方向に回すと低電圧レンジになります。

測定は、本機に無用の過負荷を与えないように、最高電圧レンジからはじめ、メーターの指示に応じて順次低電圧レンジに切換えてください。

③ IN PUT　端子

測定電圧を接続する入力端子で、ＵＨＦ形のレセプタクルとＧＮＤ（グランド）端子に分かれています。

接続は、ＵＨＦ形（５／８″－２４）またはＭ形（１６$^{\phi}$－１Ｐ）のプラグか、標準（間隔３／４″＝１９㎜）の双子バナナ・プラグのご使用が便利です。そのほか、レセプタクルの中心導体にはバナナ・プラグが使用でき、また付属品の［９４１Ｂ形端子アダプタ］を挿入して、ＧＮＤ端子と同じようにバナナ・プラグ，スペードラグ，アリゲータ・クリップ，２㎜チップおよび３㎜以下の導線を接続することができます。

レセプタクルの外側導体およびＧＮＤ端子は、本体のパネルおよびシャツシと電気的に接続されています。

INPUT端子は、動作電圧６００Ｖのオイル・コンデンサで直流分が増巾器に入らないようにしてあります。

入力容量は各レンジ一定で、２５pF±２pFに調整してあります。

④ OUTPUT端子

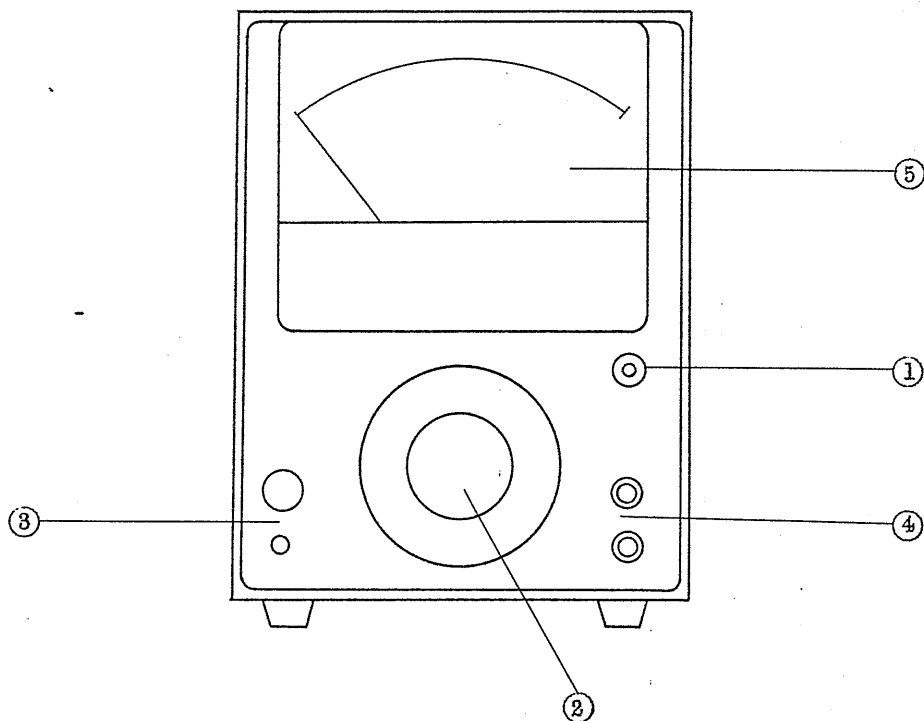
本機は増巾器として使用する時の出力端子です。

接続は、［941B形端子アダプタ］と同じように、バナナ・プラグ、スペード・ラグ、アリゲータ・クリップ、2㎜チップおよび2㎜以下の導線を使用できますが、標準の双子バナナ・プラグが便利です。

OUTPUT端子は、本機を電圧計として使つている時でも利用できますが、負荷インピーダンスが低いと、つぎのような支障があります。

抵抗分： 抵抗分が小さい時は、入力・出力端子間の低域の周波数が劣化しますが、入力端子とメーター間は、ほとんど変化しません。

容量分： 負荷容量値によつて、入力端子とメーター間および出力端子間の高域周波数特性がはなはだしい変化をします。第8・3図はその一例ですが、この特性変化は製品個々により、また電源電圧により多少の変化があります。

OUTPUT端子は、メーターがフル・スケールの時に約2.0Vの出力電圧となります。また、本機の負帰還回路は、メーターに流れる電流の直線性を改善するようにはたらくため、OUTPUT端子の出力電圧は歪みとS/N比が劣化してきます。

第3・2図

⑤ メータースケール

本機のメーターは、つぎの三種類の目盛があります。

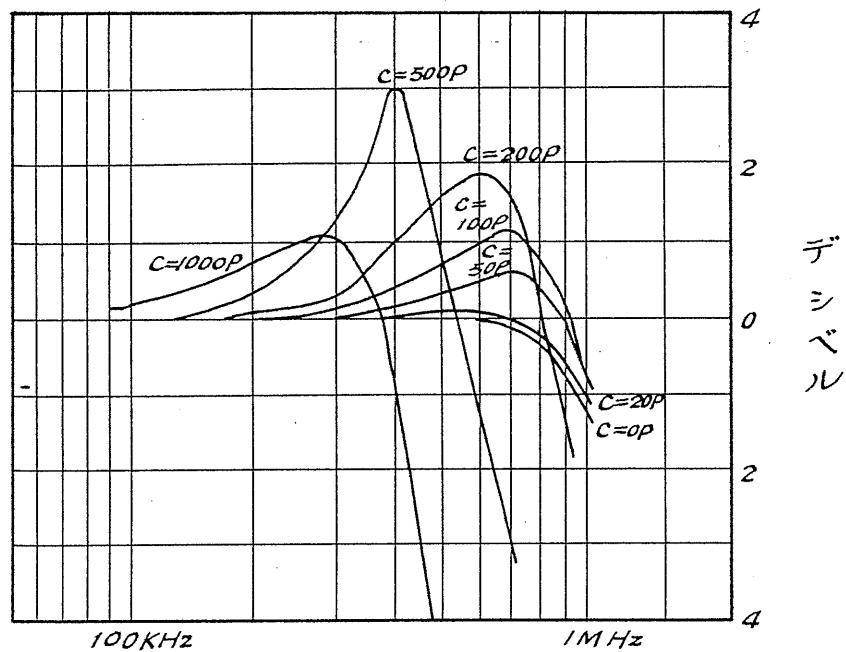
外側より説明しますと

1) 〃3目盛〃 30／300mVおよび3／30／300Vレンジのとき使用します。

2) 〃1目盛〃 10／100mVおよび1／10／100Vレンジのとき使用します。

3) 〃dBm目盛〃 測定電圧を1mW、600Ωを基準にとつたdBmで読みとることができ、－40～50dBmの10レンジとも同一目盛を使用します。

4
C=500P
C=200P
2
C=100P
C=50P
C=1000P
デシベル
0
C=20P
C=0P
2
4
100KHz
1MHz

第3.3図

3.3 測定準備

1) パネルの右側にある電源スイッチを切つておきます。

2) 指示計の指示が目盛の零点の中心に合つているかを確認し、ずれている場合は正しく零調整を行ないます。もし本機の電源が入つていた時は、電源スイッチを切つてから約5分間経過させ、完全に指針が零点附近に復帰してかつ零調整を行ないます。

3) 電源プラグを100V　50または60Hzの電源に接続します。

4) レンジダイアルを300Vレンジに切換えておきます。

5) 電源スイッチを入れると、レンジダイアル面が照明され電源が入ります。スイッチを入れて数秒間は指示計の指針が不規則に振れることがあります。また同様にスイッチを切つたときも同じような状態になることがあります。

6) 指針の振れが安定した所で動作状態になり測定準備が完了します。

3.4　交流電圧の測定

1) 指示計目盛は１，３目盛を併用して、その読取りは第３－１表によります。

レ　ン　ジ		目　盛	倍　数	単　位
-10mV	-40dBm	1	×　10	mV
30 〃	-30 〃	3	〃	〃
100 〃	-20 〃	1	×100	〃
300 〃	-10 〃	3	〃	〃
1 V	0 〃	1	×　1	V
3 〃	10 〃	3	〃	〃
10 〃	20 〃	1	×　10	〃
30 〃	30 〃	3	〃	〃
100 〃	40 〃	1	×100	〃
300 〃	50 〃	3	〃	〃

第３・１表

例 〃３０Ｖレンジ〃で３目盛上の2.7を指示すれば２７Ｖで〃３００mVレンジ〃でこの指示の時は２７０mV＝0.２７Ｖとなります。

2) 測定電圧を１mW、６００Ω基準にとつたdBm値で測定するときは各レンジ共通のdBm目盛を使用し、つぎのように読取ります。

dBmのほぼ中央にある〃０〃がレンジ名のレベルを表わしていますから、目盛の読みにレンジの示すdBm値を加算した値が測定値になります。

例１　〃３０dBm（３０Ｖ）レンジでdBm目盛の２を指示した時は

２＋３０＝３２dBm

例２　同じ電圧を４０dBmレンジで測定すると指示は－８dBmとなり

－８＋４０＝３２dBm

例３　〃－２０dBm（１００mV）レンジ〃で３dBmの指示を得た時は

３＋（－２０）＝３－２０＝－１７dBm

例4　同じ電圧を″－10 dBm（300 mV）レンジ″で測定すると。指示は－7 dBmとなり

$$-7+(-10)=-(7+10)=-17\ \mathrm{dBm}$$

なおdBmについては後記してあります。

3.5　交流電流の測定

本機で交流電流を測定するには、測定する交流電流Iを既知の無誘導抵抗Rに流し、その両端の電圧Eを本機で測定し

$$I=E/R$$

よりIを計算します。この時本機の入力端子は片端が接地されていることにご注意ください。

別註の付属品921形シャント抵抗は、この測定に便利な標準抵抗で、0.1Ω，1Ω，10Ω，100Ω，および1000Ωが用意され、このほかに。4Ω，8Ω，15Ωおよび600Ωがあります。いずれも、本機の入力端子にバナナ・プラグを挿入して使用することができます。

例

真空管のヒーター電流（公称6.3V，0.3A）を測定する場合

第3・4図

標準抵抗として、抵抗値0.1Ωの921－0.1形シャント抵抗を使用し、第3－4図のような接続により本機の指示を読み、29 mVを得たとすれば、

$$I=\frac{29\times10^{-3}}{0.1}=290\times10^{-3}=290\ \text{mA}$$

を求めることができます。

3.6 出力計としての利用法

あるインピーダンスXの両端に印加されている電圧Eを測定すれば、インピーダンスX内の皮相電力VAは

$$VA=E^2/X$$

で求めることができます。このとき、インピーダンスXが純抵抗Rであれば、R内で消費された電力Pは

$$P=E^2/R$$

となります。

本機はdBm目盛があるので、別項のようにR＝600Ωのときは、そのまま電力を読みとることができます。

また、第3－5図と第3－6図のデシベル換算図を使用すれば、負荷抵抗が1Ω～10KΩの場合でも、図より得た一定の数値を加算して電力をデシベルで読みとることができます。

921形シャント抵抗には、常用されているスピーカのボイスコイル・インピーダンスと同じ抵抗値の4Ω，8Ω，15Ωがあり、小容量（0.3 W）☆の負荷抵抗として利用することができ、本機を出力計として利用することができます。

☆　使用抵抗は、RD1PX形（炭素皮膜抵抗、X級1ワットP形）

3.7 波形誤差について

本機は、測定電圧の平均値に比例した指示をする〃平均値指示形〃の電圧計ですが、目盛は正弦波で校正してあります。このため、測定電圧に歪があると、正しい実効値を指示せず、誤差を発生することがあります。第3－2表は、この関係を表わしたものです。

測　定　電　圧	実効値	本機の指示
振幅100%の基本波	100　%	100%
100%基本波+10%第2高調波	100.5%	100%
〃　+20%　〃	102　%	100〜102%
〃　+50%　〃	112　%	100〜110%
100%基本波+10%第3高調波	100.5%	96〜104%
〃　+20%　〃	102　%	94〜108%
〃　+50%　〃	112　%	96〜116%

第3－2表

3.8　デシベル換算表の使用法

1) デシベル

ベル(B)は対数を使用する基本的割算で比較する2つの電力の比を10を底とする常用対数で表わしたもので。デシベル（dB）は、単位Bの1/10で1/10を表わす小文字dを付し。つぎのように定義されます。

$$dB = 10 \mathrm{Log}_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

つまり、電力P_2が電力P_1に対し、どの程度の大きさになつているかを常用対数の10倍で表わしています。

このときP_1とP_2が存在している点のインピーダンスが等しければ、電力の比は一義的に電圧または電流の比をつぎのように表わす場合もあります。

$$dB = 20 \mathrm{Log}_{10} \frac{E_2}{E_1} \quad \text{または} \quad = 20 \mathrm{Log}_{10} \frac{I_2}{I_1}$$

デシベルは上記のように電力量の比で定義されたものですが、相当以前から、デシベルの意味を拡張して解釈し、習慣的に一般の数値の比を常用対数的に表示し、これをデシベルの名で呼んでいます。

例えばある増巾器の入力電圧が10 mV、出力電圧が10 Vであれば、その増巾度は10V／10mV＝1000倍ですが、これを

$$\text{増巾度} = 20 \mathrm{Log}_{10} \frac{10\mathrm{V}}{10\mathrm{mV}} = 60 \quad (\text{デシベル})$$

となり、またRFの標準信号発生器では、出力電圧を表示するのに、その出力電圧が1μVに対し何倍であるかをデシベルで表わし、10mVは

$$10\,\mathrm{mV} = 20\mathrm{Log}_{10}\frac{10\,\mathrm{mV}}{1\,\mu\mathrm{V}} = 80 \quad (\text{デシベル})$$

としています。

このようなデシベル表示をするときには、基準つまり0 dBを明らかにしておく必要があります。例えば、上記の信号発生器の出力電圧は10 mV＝80 dB（1μV＝0 dB）とし、0 dBに相当する量を（ ）の中に記入しておきます。

2) dBm

dBmはdB（mW）を略したもので、1mWを0 dBとして電力比を表わすデシベルですが、普通その電力の存在する点のインピーダンスが600Ωであることも含めている場合が多く、この場合はdB（mW 600Ω）が正しい記号になります。

前記のように、電力とインピーダンスが定められれば、デシベルは電力と同時に電圧と電流をも表示することができ、dBmはつぎの諸量が基準になつています。

0 dBm ＝ 1 mW または 0.775 V
　　　　　　　　または 1.291 mA

本機のデシベル目盛は、このようなdBm値で目盛つてあるため（1mW600Ω）以外を基準にとつたデシベルの測定は、本機の指示値を換算しなければなりません。この換算は対数の性質から、一定の数値を加算すればよく、第3－5図、第3－6図を使用します。

3) デシベル換算表の使用法

第3－5図は数量の比をデシベル的に表わすときに使用する図で、比較する量が電力（またはそれ相当）が電圧、電流であるかによつて読み取られる尺度があります。

例1　1mWを基準にして5mWは何デシベルか・・・・・これは電力比なので、左側の尺度を使用します。

5mW／1mW＝5を計算し、図中の点線のように7 dB（mW）を得ます。

例2　同じく1mWを基準にして、50mWおよび500mWは何デシベルか・・・・・比が0.1倍以下および10以上のときは第3－3表の関係を利用して加算によつてデシベルを求めます。

50mW＝5mW×10＝7＋10＝17dB

500mW＝5mW×100＝7＋20＝27dB

比		デシベル	
		電力比	電圧・電流比
10,000	$=1\times10^{4}$	40dB	80dB
1,000	$=1\times10^{3}$	30 〃	60 〃
100	$=1\times10^{2}$	20 〃	40 〃
10	$=1\times10^{1}$	10 〃	20 〃
1	$=1\times10^{0}$	0 〃	0 〃
0.1	$=1\times10^{-1}$	−10 〃	−20 〃
0.01	$=1\times10^{-2}$	−20 〃	−40 〃
0.001	$=1\times10^{-3}$	−30 〃	−60 〃
0.0001	$=1\times10^{-4}$	−40 〃	−80 〃

第8−8表

例8　15mVはdB(V)ではいくらか……1Vを標準にしているので、まず15mV／1V＝0.015を計算し、電圧、電流尺度を使用して0.015＝1.5×0.01＝3.5＋（−40）＝−36.5dB(V)あるいはこの逆算として、

1V／15mV＝66.7

66.7＝6.67×10→16.5＋20＝36.5dB(V)

4)　デシベル加算表の使用法

第8−6図は、本機で測定したdBm値から電力を求めるとき使用する加算表です。

例1　スピーカのボイスコイルインピーダンスが8Ωで、この両端の電圧を本機で測定したところ−4.8dBmの指示を得た。

スピーカに送られた電力（正しくは皮相電力）は何Wか？……第8−6図を使用して8Ωに対する加算値を図中点線のように＋18.8を求め、指示値との和がdB（mW 8Ω）表示した電力になります。

dB（mW 8Ω）＝−4.8＋18.8＝＋14

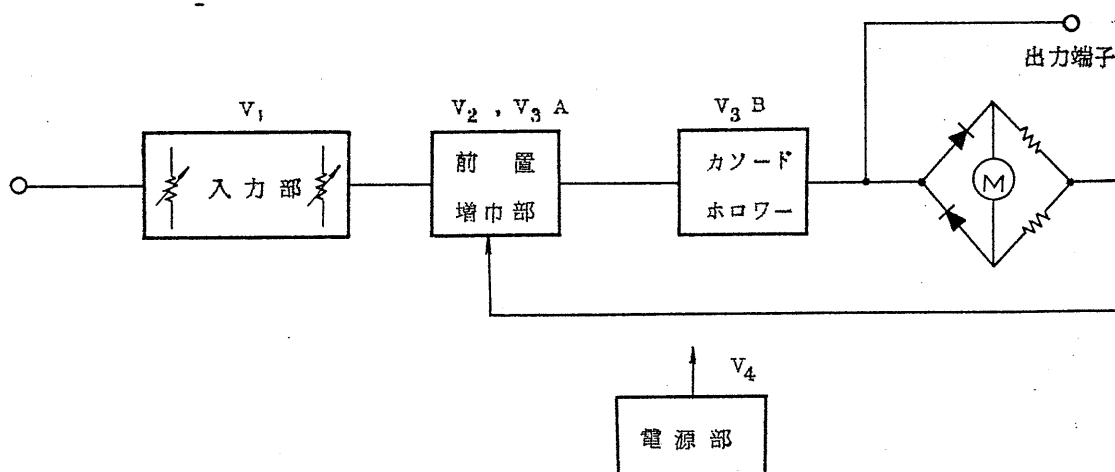
この１４dB（mW８Ω）をワットに換算するには。第３－５図を使用して１４dB（mW８Ω）→２５mW

例２　１０KΩの負荷に１Wの電力を供給するには何Vの電圧を印加すればよいか？　‥‥‥１Wは１０００mWですから３０dB（mW）になり30 dB（mW１０KΩ）の電圧を計算すればよいわけです。

第３－６図より、６００Ω→１０KΩの加算値を求めると、－１２.２ですから本機の指示はdB（mW６００Ω）目盛上の３０－（－１２.２）＝４２.２でなければなりません。

本機の４０dBmレンジ（０－１００V）上に４２.２－４０＝２.２dBmを指示させる電圧が求める答で４２.２dBm＝１００Vとなります。

4. 動作原理

161C高感度真空管電圧計は、第4－1図に示すように入力部、前置増巾部、カソードホロワー、出力端子および電源部から構成されています。

第4－1図

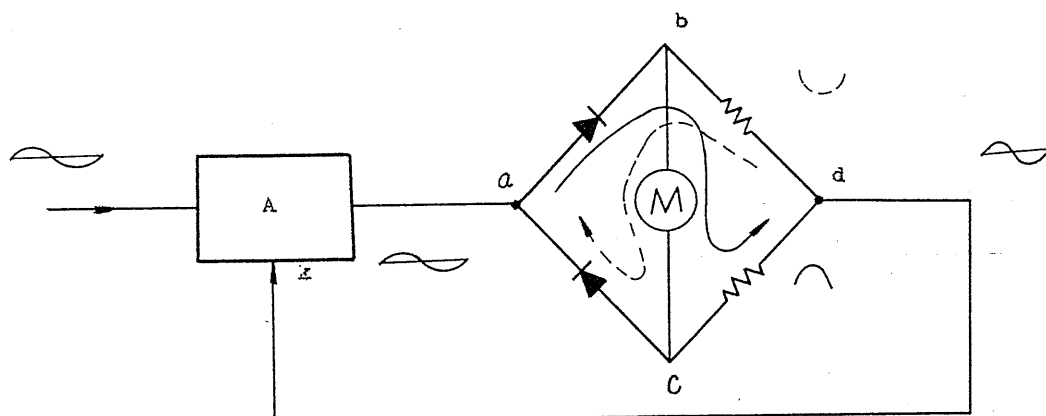
4.1 入力部

入力部は前段分圧器（0／50dB）、インピーダンス変換器、および10dBステップ5レンジから成る。後段分圧器（0／10／20／30／40）から構成されています。前段の分圧器で所定の分割を行つた後、インピーダンス変換器に入ります。変換器はV_1の6AU6を用い。カソードホロワーで高インピーダンスから低インピーダンスに変換し、後段分圧器に信号を伝送します。

4.2 前置増巾部

前置増巾部は入力部よりの微少信号を増巾するための低雑音広帯域の負帰還増巾器で、V_2の6AU6とV_3Aの6U8（または6BL8）から構成されております。負帰還はV_3Bの6U8（または6BL8），3極管のカソードからV_2の6AU6カソードへ帰還を施こしており、安定度を向上させています。

4.3 指示計駆動部

増巾された信号は、6U8(または6BL8),3極管でカソードホロワーを用い、低インピーダンスにしてメーターを駆動しております。第4－2図はその動作を示したもので、増巾器の出力電圧が正のサイクルでは実線で示したようにa→b→c→dと流れ。負のサイクルでは点線のようにd→b→c→aと流れ、指示計はこれらの電流の平均値に応じて駆動されることになります。

第4－2図

4.4 出力端子

指示計駆動部のカソードホロワーからそのまま出力電圧を外部にとりだしています。この出力端子からは、指示計がフルスケールのとき約2.0Vとりだすことができます。

4.5 電 源 部

ヒーター電圧6.3Vと、V_4の6×4を用いて全波整流し、フィルターを通して電源としています。

5. 保　　守

5.1 真空管の交換

本機は。つぎの4本の真空管を使用しています。

V_1　6AU6　　カソードホロワー

V_2　6AU6　　増　巾

V_3　6U8または6BL8　増巾

V_4　6×4　　整　流

検波器として　SD−34　2本

これらの真空管のうち、V_1の6AU6は低雑音用を使つており、その他の真空管も充分エージングしたものを使用しています。

真空管が劣化しますと。第5・1表のような種々の支障を生じます。真空管を交換した場合は、再調整をおこなつてください。すなわち、感度調整のR_7，10ΩとハムバランサーR_{23} 100Ωを。調整方法を参考にして調整してください。

校正は、当社で最短の日時と最少の費用でお引受けいたしますのでお問合せください。なお。輸送に際しては。完全な包装により事故防止にご協力いただくようお願いいたします。

包装には出荷時の段ボール等をご利用されることを、おすすめいたします。

真空管	原因	結果
V_1 6AU6 カソードホロワ	雑音の増加	その雑音分がメーター指示にも現われ、指針が不規則にふらつき。出力端子をオシロスコープで観測すると雑音がわかります。
V_2 6AU6 ー増巾	gm および エミツシヨン低下	指示が減少し。周波数特性も悪くなります。
V_3 6U8、または6BL8 増巾 三極管 カソードホロワ	gm および エミツシヨン低下	指示が減少し、周波数特性も悪くなります。
V_4 6×4	エミツシヨン低下	B電圧が下つて、感度および周波数特性がさがります。
検波器の SD−34(2本)	バランスおよび性能低下	メーター指示の直線性が悪くなります。

第5−1表

＊ なお。SD−34を交換する場合には。特性のあつたものを2本、同時に交換してください。

5.2 調整および校正

特に精密な測定をされるとき、長時間ご使用になるとき、あるいは真空管その他の部品を交換されたときは。つぎの方法で校正します。

校正の時に使用する標準器は。直接校正確度を決定しますから、充分高確度なものを選定してください。

1) 準　備

本機のメーターと標準器の機械的ゼロを調整し。校正を始める30分以上前に動作を開始します。商用電源電圧100Vは、校正中一定に保つて下さい。

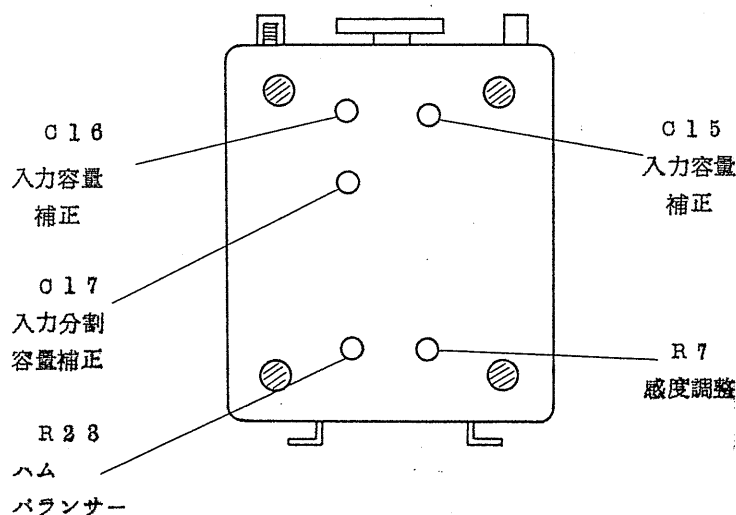
2) ハムバランス

本機の〃10mVレンジ〃で出力端子にオシロスコープを接続し、オシロスコープ上に現われている電源波形の振巾が最小になるようにハムバランサーR_{23}を調整してください。

3) 感度調整

〃1Vレンジ〃で校正します。標準器の出力は、歪の含有率の少ない正弦波1000Hzまたは400Hzで1Vを本機に印加し、本機の1Vフルスケールに指針が合うように感度調整のR_7を調整してください。

各レンジに対しては、本機の指示に対する標準器の指示を記録しますが、回路およびその定数に異常がなければ、〃1Vレンジ〃の校正で全レンジとも仕様に合格します。

第5−1図は、本機を底面から見た場合の各部の配置図です。

第5−1図

＊ ケースを取りはずす時は、裏面の二ケ所のプラスネジをはずし、パネル面を前方へひきだします。

第3-5図
0.1
1
5
10
10
7
5
0
−5
−10
20
10
0
−10
−20
0.1
1
10
デシベル「電力比」
デシベル・電圧又は電流比
電力，電圧，電流比
菊水電子工業株式会社 取扱説明書書式
承認
校正
作成
年月日
仕様
番号
S−40443
NP−32635B
6902 100×30